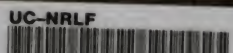
K-QL
639
S76


UC-NRLF
B 3 103 594

Digitized by Google

THE LIBRARY
OF
THE UNIVERSITY
OF CALIFORNIA

PRESENTED BY
PROF. CHARLES A. KOFOID AND
MRS. PRUDENCE W. KOFOID

Digitized by Google

Ueber die

elektrischen Fische.

---

der medicinischen Facultät der Universität zu Kiel
gewidmet

von

Heinrich Steffens,

der Arzneykunde und Philosophie Doctor, ordentlichem öffentlichen Lehrer der Physik und der philosophischen Naturkunde auf der Universität zu Breslau, Ritter des eisernen Kreuzes, ordentlichem Mitgliede der königlich-baierischen Akademie der Wissenschaften zu München, p. t. Sekretär der physikalischen Section der Gesellschaft für vaterländische Kultur zu Breslau, ordentlichem Mitgliede der philomatischen Gesellschaft daselbst, der naturforschenden Gesellschaft zu Halle, der mineralogischen zu Jena, korrespondirendem Mitgliede der naturforschenden Gesellschaft daselbst, der k. k. mährischen Gesellschaft des Ackerbaues, der Natur- und Landeskunde, Ehrenmitglied der Wetterau'schen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde, und der physisch-medicinischen Gesellschaft zu Erlangen.

Frankfurt am Mayn.

Verlag der Hermannschen Buchhandlung

1818.

Digitized by Google

Digitized by Google

QL 639
.S75

Bei den Feierlichkeiten, die bei der Krönung Sr. Majestät des Königs von Dänemark stattfanden, erzeigte die medizinische Fakultät der Universität zu Kiel mir die Ehre, mir ein Ehrendiplom als Doctor zu ertheilen. Eine solche öffentliche Ehrenbezeugung, durch eine hochberühmte Fakultät, deren Mitglieder in der Litteratur der Medizin und Naturkunde den größten Ruf besitzen, mußte unter allen Umständen für die höchste gelten, die ich zu erhalten vermag, sie mußte Epoche in meinem Leben machen. Denn, wenn ich, wie das bei menschlichen Unternehmungen unvermeidlich ist, an dem Werth meiner eigenen zweifele, muß nicht in solchen trüben Stunden, der so öffentlich und feyerlich ausgesprochene Beifall hochbegabter und allgemein verehrter Männer, mir selber eine innere Zuversicht geben; sehr verschieden von der Eitelkeit, die durch den schwankenden Beifall der Menge genährt wird.

Aber ich bin der Universität Kiel auch auf andere, ja auf die heiligste Weise verpflichtet. Durch jugendlichen Leichtsinn in ein fremdes Land verstoßen, ohne Freunde und Vermögen, ward ich — nunmehr vor 21 Jahren — von

M374294

Digitized by Google

der Universität Kiel auf die liebevollste Weise aufgenommen. Hier wagte ich den ersten Versuch, als Docent hervorzutreten, ermuntert durch die schonendste Güte; der philosophischen Fakultät verdanke ich die Doctorwürde, und umgeben von Freundschaft und Liebe, durch die Zuneigung der trefflichsten Gelehrten, verlebte ich hier zwey Jahre, die ich zu den heitersten und fröhlichsten meines Lebens rechnen muß, wie sie in vieler Rücksicht für mich zu den wichtigsten gezählt werden müssen. Ja indem sich die medizinische Fakultät meiner auf eine so ehrenvolle Weise erinnert hat, tritt lebhaft das Andenken hervor an den herrlichen, in ganz Teutschland, seiner tiefen Gelehrsamkeit wegen, verehrten, ehrwürdigen Greis Hensler — einst eine Zierde der Fakultät, — meinen ewig unvergeßlichen väterlichen Wohlthäter, auf dessen Zuneigung ich stolz seyn dürfte.

Schließen darf ich aber diese Zeilen nicht, ohne meine Freude darüber zu äußern, daß ich mit einer Universität in nähere Beziehung getreten bin, die in einer so wichtigen Zeit, durch die schönste vaterländische Gesinnung, in ganz Teutschland die größte Achtung, und einen unvergänglichen Ruhm erworben hat.

Digitized by Google

Ueber die elektrischen Fische.

Nicht leicht hat die Physiologie eine außerordentlichere Thatsache aufzuweisen, als die, daß Fische, von ganz verschiedenem Bau, aus ganz verschiedenen Klassen, einzeln hervortretend aus der Mitte ganz ähnlich gebildeter, starken, ja oft großen Thieren und Menschen betäubende und lähmende elektrische Schläge zu geben vermögen. Seit langer Zeit hat diese Erscheinung die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich gezogen, aber noch immer zeigt sich dabey so viel Räthselhaftes, daß die Begierde der Nachforschung immer von Neuem gereizt werden muß. Selbst die Entdeckung der elektrischen Organe, die später durch die voltaische Säule nachgeahmt zu werden schien, indem sie die schönsten Aufschlüsse versprach, hat das Dunkel keineswegs erhellt.

Die elektrischen Fische finden sich in den verschiedensten Klassen, die Apodes liefern zwey (Gymnotus und Trichiurus electricus), die Abdominales einen (Silurus electricus), die Branchiostegi einen (Tetrodon electricus), und die Chondropterygii einen (Raja Torpedo). — Genaue und belehrende physikalische Untersuchungen sind ausschließlich mit Raja Torpedo, der im mittelländischen Meere sich aufhält, und mit Gymnotus electricus, der in den mächtigen südamerikanischen Flüssen häufig vorkommt, angestellt worden, und die elektrischen Organe

Digitized by Google

ſind nur von dieſen beyden und vom Silurus electricus bekannt.

Man hat häufig die Erſcheinungen der elektriſchen Fiſche mit denen der Electricitäterſcheinungen thieriſcher Körper überhaupt in eine Klaſſe geſetzt. Sie haben aber mit keiner derſelben irgend eine Aehnlichkeit. Die Electricität der menſchlichen und thieriſchen Haut, der lebendigen Haare, Federn u. ſ. w. hat, wo ſie durch Conſtitution oder Umſtände begünſtigt hervortrat, nicht ſelten auffallende Erſcheinungen veranlaßt, die in der Mitte des vorigen Jahrhunderts, als die Electricität alle Gemüther in Bewegung ſetzte, ſorgfältig beobachtet, oder aus ältern Schriften zuſammengetragen wurden. Sie gehören aber alle in die Klaſſe der gewöhnlichen elektriſchen Thatſachen; und unter allen iſt die von Cotugni bemerkte Elektricität einer Hausmaus (Lichtenbergs Magaz. 8. 3. p. 121) die einzige, die allerdings auch für uns ein Intereſſe haben könnte. Er hielt die Maus mit dem Daumen und Vorderfinger an der Rückenhaut, ſo daß der Unterleib aufwärts ſtand. Er wollte das Thier ſeciren und als er den Einſchnitt an der Mitte des Unterleibes anfing, bewegte es den Schwanz ſehr heftig gegen den dritten Finger, welches in den ganzen Arm einen Stoß mit einem innern Zittern verurſachte. Er fühlte dabey Schmerzen in der Schulter und ein Zittern des Kopfes. Aber dieſe Erfahrung ſteht bis jezt ſo iſolirt da, daß ſie dadurch faſt alle Bedeutung verliert. Raja Torpedo (der Zitterrochen) war ſchon den Alten bekannt, und eine ſo außerordentliche Eigenſchaft bey einem Thiere, welches ſich im mittelländiſchen Meere befindet, konnte ihnen nicht verborgen bleiben. In Platos Geſpräch Meno wird dieſes Thier und ſeine betäubende Kraft erwähnt. Ariſtoteles nennt ihn öfter im Plinius (Lib. 32. I.) nur kurz, und ſieht die Erſchütterungen als ein wahrſcheinliches Heilmittel an. Endlich wird das Thier von Plutarch (de industr. animalium p. 246) genannt. — Reaumur (Memoires de l' Acad. de Paris 1714. pag. 344.) glaubte, daß die Erſchütterungen, von einem ſchnellen Schlag der Muskeln (von

Kälte) herrührten. Es ist nicht ohne Interesse, die Mühe zu bemerken, die Reaumur, so wie die ersten Beobachter der Schläge des Zitteraales, mit den elektrischen Erschütterungen unbekannt, sich gaben, das ganz Eigenthümliche des dadurch erregten Gefühls zu beschreiben. Nach der Entdeckung der Leidner Flasche fieng man aber an, die elektrische Beschaffenheit zu ahnden, und im Jahre 1774 erschienen in Phil. Trans. Vol. LXIII. Walsh physikalische Untersuchungen und Hünters Beschreibungen des elektrischen Organs des Torpedo. Beide gleich meisterhaft.

Der Gymnotus electricus (der Zitteraal) ward von Richer, als er in Cayenne 1761 seine berühmten Pendelversuche anstellte, bemerkt, und die starken Erschütterungen, die das Thier verursacht, und die die des Zitterrochen bey weitem übertreffen, zogen die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich. Man findet, was bis auf Muschenbröck von dem Zitteraal verhandelt worden war, vollständig in seiner Introduct. ad philos. nat. Lugd. Bat. 1762. 1. §. 301. und daraus bey Gehler (Wörterbuch 4. p. 276). Berkel hatte, wie Gehler bemerkt, in seiner Reise nach Berbice 1680 von diesem Thiere gesprochen. Die außerordentliche Erschütterung, die, durch eine bloße leise Berührung des Thiers mit einem Finger oder Stab hervorgerufen ward, hielt man lange für unglaublich, bis durch Artedi, Gaubius und Allemand genauere Nachrichten verbreitet wurden. Später stellten Williamson und Garden (Phil. Trans. LXV.) aber vorzüglich abermals Walsh (dass.) die wichtigsten Versuche an; und Hünter beschrieb von diesem Thier, wie von dem Zitterrochen, das elektrische Organ. Diese beyden Naturforscher waren die ersten durch welche so außerordentliche Erscheinungen für die Physiologie sowohl, als für die Physik eine große Bedeutung erhielten.

Der Silurus electricus (der Zitteraal) ward zuerst von Forskål (Fauna arab. p. 15. n. I.) erwähnt, später von Brausſonet (Memoir. de l'Acad. de Paris 1782) beschrieben; und die genauere Kenntniß seiner elektrischen Organe ver-

Digitized by Google

danken wir Geoffroi (Annales du Museum d'Hist. naturelle T. I. n. 5. p. 392). Man findet ihn in den afrikanischen Flüssen.

Tetrodon electricus ist von Paterson entdeckt, und seine Beschreibung 1786 bekannt gemacht. (Phil. Trans. 76. 2. p. 382). Er ward bei der Insel St. Juan, einer von den Comorren zwischen der Küste von Zanzebar und der Insel Madagassar gefunden. Die Beschreibung ist unvollständig, und die Beobachtung des elektrischen Schlages war nur flüchtig. Zwey solche Fische wurden in einem von Seewasser ausgehöhlten Felsen, wo die Wärme des Wassers zwischem 56° und 60° Fahr. war, in einem Netze gefangen, und als Paterson den einen ergreifen wollte, erhielt er einen so heftigen Schlag, daß er ihn wieder mußte fahren lassen. Doch trug er beyde ans Land ein Paar tausend Schritte von dem Orte, wo sie gefangen wurden, aber der eine war todt, der andere so schwach, daß man sich kaum von seiner elektrischen Kraft überzeugen konnte. Außer Patersons Beschreibung und dieser kurzen Nachricht ist von diesem Thiere noch nichts bekannt geworden.

Eben so unvollständig ist unsere Kenntniß von dem Trichiurus electricus, der schon den ältern Ichtyologen Willoughby (ichtyolog. app. t. 3. p. 3), und Ray (pisc. p. 171.) bekannt war, und in Niebuhr's indische Reise 2. p. 270 erwähnt wird.

Eine Vergleichung seiner eignen Untersuchung des Zitteraals mit der Hünterschen vom Zitterrochen und dem Zitteraal, liefert Geoffroi (a. a. O.) und diese ist in Voigts Magazin 7. I. p. 1. und in Gilberts Annalen 14. 4. p. 397 übersetzt, dieselbe kommt in Cuviers Vorlesungen wieder vor, und ein Auszug aus der Hünterschen Anatomie der elektrischen Organe, gründlicher und genügender als der von Geoffroi, wird in der Uebersetzung der genannten Vorlesungen n. 3. p. 675 u. 677 in der Anmerkung von Merkel geliefert.

Die Erschütterungen des Zitteraals sind bey weitem die

Digitized by Google

ſtärkſten. Dieſes mächtige Thier, gewöhnlich drey aber auch fünf bis ſechs Fuß lang, hat einen außerordentlich kurzen Bäuch. Der After eröffnet ſich noch vor den Bruſtfloſſen, dagegen iſt der Schwanz außerordentlich lang, und ſo geſtaltet, daß oben die ſtarken Schwanzmuſkeln liegen, unten die zwey Paare der elektriſchen Organe, ſo daß das große Paar unmittelbar unter den Muſkeln, daß kleine unter dieſem, jene oben durch die Rückenmuſkeln und in der Mitte durch die lange Urinblaſe begrenzt, beide Hälften durch eine Scheidewand geſchieden, das kleine Paar durch eine ähnliche Scheidewand von dem großen, und in ſich getrennt. Es ſey genug hier zu erwähnen, daß das Organ aus einer engen, äußerſt dünnen horizontalen Scheidewand beſteht, und aus andern, die ſich zwiſchen je zwey horizontalen befinden, daß die letztern ſich ſo nahe liegen, daß ſie ſich faſt berühren; daß beyde Paare auf gleiche Weiſe konſtruirt ſind, nur daß die horizontalen Scheidewände des kleinern untern Paars näher an einander liegen und geſchlängelt ſind. Von den ſenkrechten Scheidewänden, durch welche die Geſtalt des länglichen, vorne aus mehreren und breitern, hinten aus wenigern, zulezt vielleicht nur aus einer Scheidewand beſtehenden Organs beſtimmt wird, zählte Hünter 34, von den ſenkrechten, in der Länge eines Zolls 240. Die Anzahl der dadurch entſtehenden mit einer noch nicht gehörig unterſuchten thieriſchen Feuchtigkeit angefüllten, Abtheilungen, müſſen alſo mit der Größe des Thieres zunehmen, und da die größeren Fiſche, auch die ſtärkern Erſchütterungen geben, ſo leidet es keinen Zweifel, daß die Intenſität der Schläge mit der Menge der Abtheilungen in einem graden Verhältniß ſtehen. Alle Nerven, die zu dieſem Organ gehen, entſpringen aus dem Rückenmark. Bald nach ihrem Austritt aus der Wirbelſäule, ſchicken dieſe Nerven Aeſte an die Haut und an die elektriſchen Organe ab. Die Stämme treten zwiſchen der Urinblaſe und den Rückenmuſkeln weg, und verzweigen ſich ſowohl auf den erſtern, als auf der Scheidewand, welche die Organe beyder Seiten getrennt halten, ſo

daß die hier entſpringenden Zweige nicht in das Organ ſelbſt verfolgt werden können.

Eine kraftvolle Entladung des Zitteraals bringt eine auſſerordentliche Erſchütterung hervor. Humboldt war Zeuge eines höchſt intereſſanten Kampfes zwiſchen Pferden und Zitteraalen, in einem der vielen waſſerreichen Sümpfe des Orinoko, wo dieſe Fiſche in ſehr großer Menge vorkommen. Gleich anfangs ſtarben zwey von den Pferden, die mit Gewalt in den Sumpf hineingetrieben waren; zwar nicht unmittelbar durch den Schlag, aber indem ſie betäubt in das Waſſer fielen, und ertranken. Indeſſen findet Humboldt es gar nicht unglaublich, daß der Zitteraal einen Menſchen tödten könnte, wenn er, indem er längs des Bauchs und der Bruſt hinſchlüpft, eine kraftvolle Entladung gäbe, weil dann das Herz, das gaſtriſche Syſtem, (der Pexus coeliacus) und alle Nerven, die davon abhängen, zugleich ihrer Reizbarkeit beraubt werden würden. Das Thier benutzt dieſe Erſchütterungen, um Thiere zu betäuben, die zu ſeiner Nahrung dienen.

Die elektriſche Beſchaffenheit der Schläge iſt keinem Zweifel unterworfen; ſeit Walſh iſt ſie bewieſen. Sie werden aufgehalten durch Nichtleiter, ſie theilen ſich durch Leiter mit, ſelbſt durch Waſſer, ſo daß man, wenn das Thier im Waſſer iſt, ſeine Erſchütterung fühlt, auch ohne unmittelbare Berührung. Sie erregen ganz das eigenthümliche Gefühl ſtarker elektriſcher Schläge. In einem geſchloſſenen Kreiſe von Menſchen fühlt ein jeder den Schlag, wie bei der Entladung der Leidner Flaſche, ja die ſtärkſten Schläge pflanzen ſich auch bey einer kleinen Unterbrechung der Leitung fort. Hierdurch gelang es Walſh den Funken zu erhalten, indem der Schlag von einem auf ein Glas befeſtigten Stanniol-Streifen zu einer nahe liegenden überſchlug. Die ſtärkſten Schläge erhält man außer dem Waſſer, und wenn man das Thier mit einer Hand am Kopf mit der andern am Schwanz hält. (Die Pole des Organs ſcheinen ſich alſo nahe an dieſen Enden zu befinden, und durch die Richtung der ſenkrechten Scheidewände beſtimmt zu

werden). Berührt man das Thier blos mit einer Hand, so fühlt man nur ein starkes Zittern. Endlich entdeckte Walsh, daß der Zitteraal durch ein eigenes Gefühl die Leiter, die den Schlag aufzunehmen und fortzupflanzen, und ihn zu entladen im Stande wäre, von den Nichtleitern unterscheiden müsse, sich jenen näherte, von diesen entfernter hielt. Diese Versuche sind noch immer die bedeutendsten, die angestellt worden sind. Humboldts Versuche in Südamerika sind bis jezt noch nicht bekannt. Gelegentlich wird von ihm, bey den unten zu erwähnenden Versuchen mit dem Zitterrochen, erwähnt: daß die Schläge, die der Zitteraal mittheilt, ohne irgend eine scheinbare Anstrengung geschehen, so daß sich weder die Augen, noch der Kopf, oder die Flossen dabey bewegen.

Die Schläge des Zitterrochen sind zwar zuweilen ziemlich stark, doch mit denen des Zitteraals gar nicht zu vergleichen. Das Organ liegt zwischen dem großen Knorpel der Brustflossen, der Kimen und dem Kopfe. Der große Knorpel der Brustflosse, der bey den übrigen Rochen den Kopf und Schnabel berührt, ist, bey dieser Art, beträchtlich davon entfernt. Das Paar wird außer von den allgemeinen Bedeckungen von einer dünnen Scheide bedeckt, die aus langen Fasern besteht, und öfters durchbohrt scheint. Die Ränder der Scheide sind mit der Haut verbunden. Eine zweyte Scheide folgt auf diese, und die Fasern kreuzen sich mit denen der erstern. Diese leztern scheinen durch Fortsätze mit dem Organ selbst in Verbindung zu stehen. Dieses besteht aus einer Menge von Säulen, die durch kleine aponeurotische Platten gebildet werden; sie sind sechs- fünf- auch viereckig, und von verschiedener Länge, in der Mitte des Organs am längsten, an den Rändern, wo wahrscheinlich, indem das Thier wächst, immer neue entstehen, am kleinsten. Hunter zählte in einem kleinen 470, in einem sehr großen aber 1182. — Die Säulen sind durch sehr dünne horizontale Häute abgetheilt, die sehr nahe aneinander liegen, an den Rändern nur durch Blutgefäße verbunden sind und durch lockeres Zellgewebe mit den Säulen zusammenhängen. Eine

Digitized by Google

Säule von 1 Zoll enthält 150, und gleich große Stücke enthalten immer gleich viel, so daß auch hier mit dem Wachsen der Säulen in die Länge, die Anzahl zunehmen muß. In den Abtheilungen ist eine Flüssigkeit enthalten, nach Geoffroi aus Eyweißstoff und Gallert bestehend. Da nun die größern Thiere die tüchtigsten Schläge geben, und auch die größern Organe enthalten, so ist es unzweifelbar, daß die Intensität derselben, in gleichem Verhältnisse mit der Menge der Säulen, und mit den Abtheilungen einer jeden wachsen muß. Die Nerven, die außerordentlich groß sind, so daß Hünter diese ungewöhnliche Größe eben so erstaunenswürdig fand, wie die elektrischen Erscheinungen, entspringen aus dem dritten Ast des fünften Paares. Dieser Nerv steigt hinter dem Kieferwinkel herab, schickt, außer den Fäden, die an den Muskeln gehen, einen ansehnlichen Ast in den Schnabel, der sich nach vorn und außen um das elektrische Organ — schlägt und in die Säulen geht. Der größte Theil der Nerven begiebt sich von innen und etwas von oben in den vordern Theil des Organs, wo sich die zahlreichen Fäden allmählig verzweigen. Die drey übrigen, welche stärker sind, kommen vom achten Paare. Nachdem sie die gewöhnlichen Kiemenzweige abgegeben, treten sie in das elektrische Organ, und vertheilen sich wie die des ersten Nerven. Der erste geht zwischen dem ersten und zweyten, der zweyte zwischen den zweyten und dritten, der dritte zwischen den dritten und vierten Kiemen hindurch.

Außer Walsh hat Spallanzani (Opuscoli scelti d. Milano 1783 und Mem. di matemat. e fisica della società italiana 2. p. 603), Galvani und Aldini (Aldini Essai theoriq. et experimental sur le Galvanism. Par. 1804. Mem. sur le torpill. 2. p. 61). Humboldt und Gay Lussac (Annales de Chemie. no. 166. T. 56. p. 15), und Todd (aus Phil. Trans. 1816 in Schweiggers Journ. 19. 1. p. 14) Versuche mit dem Zitterrochen angestellt. Die Versuche von Configliachi werden weiter unten angeführt. Die Hauptresultate sind folgende: Berührt man den Zitterrochen in und

außer dem Waſſer, nur nicht iſolirt, mit der Hand, ſo theilt er ihr eine zitternde Bewegung mit, die unmittelbare Berührung iſt dabey nothwendig; durch Nichtleiter wird der Schlag vollkommen abgewehrt, durch Leiter (nach Walſh) nicht. Doch bemerkte Spallanzani, daß der Stoß, wenn man mit einer Leiter das Thier berührt, nie ſo ſtark iſt, wie bey der unmittelbaren Berührung, ja, wenn er bemerkt werden ſoll, muß das Thier ſehr lebhaft ſeyn. Berührt man nach Walſh das Thier mit beyden Händen zugleich, und zwar mit der einen Hand oben mit der andern unten, ſo erhält man einen Stoß, jenem der Leidner Flaſche ähnlich; am ſtärkſten, wenn man das Organ oben und unten in der Mitte berührt, ſchwächer an andern Stellen. Daraus folgt, daß die Pole oben und unten nach der Richtung der horizontalen die Säulen abtheilenden Seitenwände ſich befinden. Dieſe Beobachtungen von Walſh werden von Spallanzani beſtätigt. Nach ihm empfindet man, wenn man den untern Theil dieſer Organe mit der einen, und zugleich den obern derſelben am Rücken mit der andern Hand berührt, den Schlag gewöhnlich oberwärts. Empfindet man ihn unterwärts, dann iſt er ſchwächer. Wenn man die untere Fläche reizt, indem man die obere berührt, ſo giebt die erſte mit Ausſchluß der letztern den Stoß. Ritter bemerkt dabey die Aehnlichkeit mit dem Schlage der voltaiſchen Säule, wenn man annimmt, daß die von Spallanzani zuerſt benannte Seite auch zuerſt berührt ward. Empfindet man den Stoß durch den Eindruck beydek Flächen, ſo fühlt man ihn zu gleicher Zeit. Alles dieſes ſpricht für die angenommene Richtung der Pole. Humboldt und Gay Luſſac fanden aber, daß, wenn eine iſolirte Perſon mit einem einzelnen Finger den Zitterrochen berührt, die Berührung durchaus unmittelbar ſeyn muß. Eine, zwiſchen dem Finger und dem Organe gelegte Metallplatte, wehrt den Schlag vollkommen ab. Es ſcheint alſo, ſchließen ſie, als wenn man annehmen müßte, daß entgegengeſetzte Pole an derſelben Seite neben einander lägen, und das Gleichgewicht wieder herſtellten. Um dieſe Verhältniſſe genauer

zu unterſuchen, ſtellten ſie folgende Verſuche an. Sie legten den Zitterrochen auf eine Metallplatte, mit welcher die untere Fläche der Organe in Berührung war. Die Hand, die dieſe Platte hält, empfindet nie eine Erſchütterung, wenn eine andere Perſon das Thier zu den ſtärkſten Entladungen reizt. Berührt man aber ſelbſt die obere Seite indem man die erwähnte Metallplatte anfaßt, ſo erhält man eine ſtarke Erſchütterung, eben ſo, wenn man den Fiſch zwiſchen zwey Metallplatten legt, deren Ränder ſich nicht berühren; berühren ſich aber die Ränder, ſo fühlt man keinen Stoß. In den leztern Verſuchen zeigt ſich nun wieder der deutlichſte polariſche Gegenſatz zwiſchen der obern und der untern Hälfte, der nach den erſten auf jeder Seite ſtatt zu finden ſcheint. Die Schwierigkeit, die Humboldt bey dieſer Erſcheinung findet, läßt ſich freylich nur heben, wenn man nicht vergißt, daß wir hier nicht mit einer bloß künſtlichen Säule, ſondern mit einem lebendigen Organ zu thun haben. Wenn auch das Thier bey einer einſeitigen Berührung im Stande iſt einen elektriſchen Gegenſatz ſelbſt auf der einen Fläche hervorzubringen, ſo überzeugen uns dennoch die ſtarken Schläge, die ſtattfinden, wenn man die obere und untere Fläche zugleich berührt, von ihrer entſchiedenen Polarität.

In der freyen Luft iſt der Stoß nach Walſh etwa viermal ſo ſtark, wie im Waſſer, und wenn man beyde Seiten des Thiers mit einer Hand berührt, die eine etwa mit dem Daumen, die andere mit dem Mittelfinger, ſo fühlt man die ſtärkſten Schläge. Berührt man nach Spallanzani zu gleicher Zeit die beyden Organe an einer Oberfläche, ſo empfindet man den Schlag von jedem insbeſondere, indeſſen ſchlägt bisweilen nur das eine, das andere bleibt ruhig. Waren Spallanzani ſowohl, als das Thier iſolirt, und berührte er mit zwey Fingern derſelben Hand beyde Organe in einerley Fläche, ſo empfand er oft nur von einem Organ einen, und zwar ſehr ſchwachen Schlag. Der Schlag theilt ſich, wie der elektriſche, einer Reihe von Perſonen mit, und Humboldt bemerkt, daß diejenigen, welche die Kette zwiſchen der untern und obern

Digitized by Google

Fläche bilden, den Schlag erst fühlten, nachdem sie sich, wie bey der Säule die Hände naßmachten. Ein isolirter Wassertropfen unterbricht nicht die Leitung von mehreren Personen, wohl aber die Flamme. Ferner bemerkt Humboldt, daß unter Wasser, sowohl wie in der Luft die unmittelbare Berührung des Körpers der elektrischen Fische durchaus nothwendig ist, auch nicht durch die dünnste Wasserschichte geben sie die Schläge. Dieses ist sehr merkwürdig, nicht allein wegen der Abweichung von den galvanischen Versuchen mit präparirten Froschschenkeln, die bey der Annäherung des Metalls auch ohne Berührung zucken, sondern auch deßwegen, weil Walsh ausdrücklich erinnert, daß man bey dem Zitteraal den Stoß durch Wasser ohne unmittelbare Berührung empfindet, und wir haben uns in der That gewundert, daß Humboldt eine so auffallende Abweichung verwandter Erscheinungen nicht erwähnt hat.

Galvani's und Todd's Untersuchungen gehen besonders darauf aus, die Abhängigkeit der Thätigkeit des elektrischen Organs von dem Nervensystem darzuthun. Beide fanden, daß mit abgeschnittenen Nerven alle Thätigkeit aufhörte; auch entdeckte Todd, daß man einige Nervenzweige durchschneiden könne, ohne daß das Organ aufhört zu wirken. Wenn ein Organ durch Unterbindung der Nerven unthätig gemacht war, wirkte der andere fort. Daß aber das elektrische Organ in genauer Verbindung mit dem ganzen Leben des Thieres steht, schloß Todd theils aus den vielen Nerven, die zu dem Organ gehen, theils daraus, daß wenn man das Thier zu häufig reizte, es durch die wiederhohlten Schläge allmählig erschöpft wurde, und zulezt, indem eine Menge schwacher Schläge in unglaublicher Schnelligkeit auf einander folgten, stürbe, während Thiere, denen man beide Organe geraubt hatte, sich lebhafter hielten und länger lebten. Die Organe wirkten nach Galvani noch, nachdem man dem Zitterrochen das Herz ausgerissen hatte.

Das elektrische Organ des Zitterwelses liegt unmittelba-

unter der Haut und umgiebt den ganzen Körper. Er beſteht aus einer Schicht, die vorne zwey bis drey Linien dick iſt, von der obern Fläche des Kopfes und dem Kiemendeckel ausläuft, ſich an den obern und den Seitenflächen des Körpers verlängert, und von da, bis dicht an den Schwanz geht. Die Schicht beſteht aus Faden, die ſich in verſchiedenen Richtungen kreuzen und ſehr feine Maſchen bilden. Eine von außen mit Fett bedeckte Aponeuroſe umhüllt das Organ und trennt es von den Muſkeln. Die Nerven kommen vom achten Paare, und ſind kleiner als die beym Zitterrochen. Genauere Verſuche über die phyſiſchen Erſcheinungen des Zitterwelſes ſind nicht angeſtellt, ſo wichtig ſie auch ſeyn würden, um die wahrſcheinlichen Richtungen der Pole bey dieſem ſo ganz anders konſtruirten Organ zu beſtimmen.

Und dieſes ſind nun, wenn wir die Verſuche des Configliachi ausnehmen, die wichtigſten Thatſachen, die über dieſe merkwürdigen Erſcheinungen ausgemittelt ſind. Die Entdeckung der voltaiſchen Säule verſprach beſonders über den Bau der elektriſchen Organe die herrlichſten Aufſchlüſſe. Allgemein mußte die auffallende Aehnlichkeit beyder auffallen im Bau wie in der Wirkung. Hier war eine vollkommene Säule dritter Klaſſe, nämlich aus drey feuchten Leitern zuſammengeſetzt, und es ließ ſich nicht läugnen, daß die Wirkſamkeit der Säule auch mit der ſteigenden Anzahl der Glieder zunahm. So wie Galvani und Aldini, um ihre Hypotheſe von einer thieriſchen Electricität zu unterſtützen, ihre Aufmerkſamkeit auf die Abhängigkeit der Organe von den Nerven richteten, ſo giengen Voltas Bemühungen dahin, dieſe Organe ſelbſt, als eine Säule, wie diejenige die ſeinen Namen trägt, zu behandeln, und er hegte die Hoffnung, daß es möglich wäre, alle Erſcheinungen der künſtlichen Säule bey dieſen von der Natur gebauten, zu wiederhohlen. Da dem Italiener die Gelegenheit, mit dem Zitterrochen zu experimentiren, die nächſte war, ſo entwarf Volta einen weitläufigen Plan, wie ſolche Verſuche anzuſtellen ſeyn möchten, und theilte dieſen dem Configliachi mit, der

Digitized by Google

entſchloſſen war, ſie ganz nach Volta's Entwurf anzuſtellen (Brügnatelli in Annali di Chimica e storia naturale 1805. T. 22. p. 223, und daraus mit Anmerkungen von Ritter in Gehlens Journ. für Phyſik, Chemie und Mineral. 4. 3. p. 6. 12). Zwar ſah Volta ſelbſt die Schwierigkeiten ein, er geſtand, daß das Thier wohl durch willkührlich angebrachten Nervenreiz erſt das Organ in den Stand ſezte zu wirken, daß durch den Einfluß der Nerven eine Feuchtigkeit ſich erſt ſammeln möchte. Indeſſen, wenn er alle Umſtände erwog, glaubte er doch, daß das Organ auch für ſich eine Wirkung zeigen müßte. Er ſchlug vor, den Fiſch aus dem Waſſer zu nehmen, und etwas abgetrocknet auf eine Metallplatte zu legen, die ſelbſt auf einem befeuchteten Tiſch lag. Da er vermuthete, daß das Thier, wenn es Schläge geben will, das Organ zuſammendrücke, und dadurch eine genauere Berührung aller einzelnen Glieder bewirke, ſo rieth er, das Organ von oben zuſammenzudrücken. Dieſe Vermuthung wird durch eine frühere Bemerkung von dem aufmerkſamen Reaumur beſtätigt. Spallanzani, Humboldt und Todd nahmen bey dem Zitterrochen wie bey dem Zitteraal, ſelbſt wenn ſie die ſtärkſten Schläge ertheilten, keine Bewegung des Körpers wahr, nur daß der Zitterochen die Augen bewegt. Reaumur aber ſagt ausdrücklich, daß der Rücken des leztern Thieres, wenn er keine Schläge ertheilen wollte, ſeine natürliche Höhe behielt, wenn es aber wirken wollte, würde die obere Fläche des Organs platt, ja zuweilen eingebogen. In dieſem Augenblick ward die Erſchütterung gefühlt. Die Erhebung der eingebogenen Fläche nach dem erfolgten Schlage, war aber ſo ſchnell, daß man ſie nicht einmal wahrnehmen konnte. Nachdem er dieſe Bemerkung gemacht hatte, konnte er ohne zu fehlen, denen, die den Fiſch berührten, voraus ſagen, ob ſie eine Erſchütterung fühlen würden, oder nicht. Volta entwickelt darauf, auf ſeine bekannte ſcharfſinnige Weiſe, der wir die wichtigſten und größten naturwiſſenſchaftlichen Entdeckungen verdanken, alle die Vorſichtsmaaßregeln, die angewandt werden müſſen. Der herrſchenden Anſicht nach,

Digitized by Google

mußte es den Naturforschern sehr auffallend seyn, daß man keine Spur von Anziehen und Zurückstoßen, keine Wirkung selbst auf das empfindlichste Elektrometer entdeckt hatte. Zwar führt Ritter an, daß Walsh den Krampffisch leichte Körper anziehen und abstoßen sah, und daß er gefunden hatte, daß sein Rücken + E, und sein Bauch — E zeige; aber theils gelang es dem Walsh früherhin nie, theils war die flüchtige Beobachtung eben nur in dem Augenblick des Stoßes gemacht, wo bey solchen Versuchen ein Irrthum nur gar zu leicht möglich ist, endlich aber vermochte Walsh ohne allen Zweifel nicht so genaue elektrometrische Versuche anzustellen, wie wir jetzt durch Volta belehrt; aber nicht allein Spallanzani, auch Humboldt und Gay Lussac, die mit den empfindlichsten Elektroskopen experimentirten, waren nie im Stande, etwas Aehnliches wahrzunehmen, auch Volta's Condensatur ward vergebens angewandt. Demohnerachtet hofft Volta, und mit ihm Ritter, daß man jene Erscheinung, und also alle die übrigen der freyen galvanisch-elektrischen Spannung an diesem Organe entdecken würde. Früher schon, als Volta, hatte Ritter (Beyträge zur nähern Kenntniß des Galvanismus 2, 3 u. 4. p. 243) ähnliche Ansichten geäußert, nur daß er das Organ mit seiner sogenannten Ladungsbatterie vergleicht, und durch die Nerven laden läßt. Beyde hofften, daß man durch das Organ würde Wasser zersetzen können, Entzündungen bewirken, u. s. w. Configliachi stellte nun wirklich Versuche an nach dem vom Volta entworfenen Plan, aber sie fielen durchaus negativ aus. Der einzige positive Versuch ist folgender: Er errichtete aus den getrennten Organen einiger Zitterrochen, die gar kein Zeichen am Elektrometer gegeben hatten, Säulen, die mehrere Minuten lang wirksam waren, wenn sie einige Zeit hindurch den Wirkungen einer gewöhnlichen Säule ausgesetzt gewesen waren. Ritter fand nun freilich diesen Versuch ungemein wichtig, weil er für seine angenommene Meinung, wie überhaupt für die Realität seiner Ladungssäule zu sprechen schien. Aber beym genauern Nachdenken muß man

Digitized by Google

wohl gestehen, daß sich hier nichts gezeigt hat, als was man eben so erklären kann und muß, wie Volta die Ritterſche Ladungsſäule, daß nämlich zwiſchen den Schichten der Säulen des elektriſchen Organs die enthaltene Feuchtigkeit durch die Wirkſamkeit der gewöhnlichen erſt differenzirt wurde, und daß dadurch, ſo lange die hervorgerufene Differenz thätig war, die Säule eine der dritten Klaſſe darſtellte, nicht urſprünglich eine ſolche war.

Sollen wir nun etwa, nach allem dieſen, den lehrreichen Paralellismus der Erſcheinungen des elektriſchen Organs mit denen der voltaiſchen Batterie aufgeben? Keineswegs. Aber das behaupte ich, daß wir die Hoffnung, jemals die Spuren eines freien Gegenſatzes an dieſen Organen zu entdecken, durchaus nicht hegen dürfen, eine Hoffnung, die man nie genährt haben würde, wenn man das Ganze, wie man muß, da das Organ nicht für ſich wirkt, ſondern in dem lebendigen Leibe eines Thieres ſich vorfindet, phyſiologiſch, und nicht bloß einſeitig phyſikaliſch betrachtet hätte. Der elektriſche Schlag, ſo wie alle elektriſche Erſcheinungen der Zitterfiſche, ſind elektriſche Produkte, ſo wie die Salze in dem Urin, in den Thränen, chemiſche Produkte ſind. Was jene Phyſiker aber wollten, war der elektriſche Prozeß, und der iſt ſo wenig wahrzunehmen, wie der chemiſche Prozeß, ſo deutlich auch die Produkte ſind. Ohne allen Zweifel wird, wie auch Volta erinnert, in dem Augenblick, als der Schlag ſtattfindet, theils eine vorübergehende Veränderung in den Verhältniſſen der Theile des Organs untereinander, theils die Secretion einer Feuchtigkeit ſtattfinden. Beydes iſt Produkt des Augenblicks, völlig eins mit dem Schlage, mit der Entladung. Vergebens würde man ein Vor oder Nach, einen Unterſchied zwiſchen Spannung und Entladung ſuchen. Die Erfahrung zeigt, daß dieſe Entladung, alſo auch ihre Bedingung, die mit ihr auf eine ächt organiſche Weiſe zuſammenfällt, willkührlich iſt, und daß, wenn das Thier nicht will, auch manche Berührung ohne Erſchütterung iſt. Doch ſcheint dieſes ſeine Grenzen zu haben, und Todd's Erfahrungen ſind in dieſer Rückſicht beſonders intereſſant. Wenn das

Thier nämlich außerhalb des Waſſers häufig gereizt wird, ſo ſcheint es in der That in die Gewalt ſeines eigenen Organs zu gerathen. Dann entſtehen jene ſchwachen, ſchnell auf einander folgenden Schläge, die mit dem Tode des Thiers endigen. Hier nun ſollte man glauben, wäre das Organ wirklich durch den wiederhohlten Reiz, ſo zu ſagen, überladen. Aber auch hier müſſen wir nothwendig annehmen, daß vielmehr das Gehirnſyſtem überreizt iſt, daß unwillkührlich, aber darum auch ſchwächer erfolgt, was das Thier in ſeiner vollen Kraft willkührlich zu leiſten vermag, und daß zwiſchen jedem, auch noch ſo ſchnell erfolgenden Schlag das Organ unthätig iſt, ſo daß auch hier die Thätigkeit, und ihre neu erzeugte Bedingung in eine zuſammenfallen.

Uebrigens haben wir uns nicht genug darüber wundern können, daß ſo ſcharfſinnige Naturforſcher, die einen großen Theil ihres Lebens mit galvaniſchen Verſuchen zubrachten, ja die Schöpfer dieſes wichtigen Zweiges der Naturwiſſenſchaft, Galvani nämlich, Humboldt, Volta, ja ſelbſt Ritter, dem doch der Gedanke ziemlich nahe lag, gar nicht auf den nächſten Verſuch fielen, der ſich doch faſt aufdringt. Wenn wir nämlich bedenken, daß diejenigen Muskeln, die während des Lebens willkührlich bewegt werden, nach dem Tode durch Metallreiz an den Nerven angebracht, in Zuckung geſetzt werden, wenn wir erwägen, daß die Nerven, die zu den elektriſchen Organen gehen, von ſo beträchtlicher Stärke ſind, wenn wir durch Todd erfahren, daß ein Nerv hinlänglich iſt, das Organ in Thätigkeit zu ſetzen, wie ganz nahe liegt dann der Verſuch, das entblößte Organ und die durchgeſchnittenen Nerven mit heterogenen Metallen auf die gewöhnliche Weiſe zu armiren? Man mußte freylich beyde Pole des Metalls zugleich, durch eine gabelförmige Zuleitung berühren. Ich glaube mit Gewißheit, daß dieſer Verſuch gelingen muß, ſicherer ohne allen Zweifel, als der von Ritter vorgeſchlagene, daß man nämlich einen Gymnotus zwingen ſollte, ſich in einer elektriſchen Batterie zu entladen.

Digitized by Google

Dieser hier erwähnte Versuch bringt uns nun zu der Vergleichung des Organs mit den Muskeln. Aeltere Anatomen, Redi und Lorenzini hielten die Röhren des elektrischen Organs beym Zitterrochen, für eben so viele kleine Muskeln einer besondern Art (Musculi falcati). Seitdem man die Aehnlichkeit dieser Organe mit der voltaischen Säule entdeckt hat, ist diese Ansicht ganz aufgegeben. Aber schließen sich beyde Ansichten denn nothwendig aus? Wir wollen keineswegs behaupten, daß es eigentliche Muskeln sind, das Abweichende der Struktur spricht zu deutlich dagegen: Aber nachfolgende Betrachtung wird hoffentlich darthun, daß die Vergleichung dieser Organe mit den Muskeln keineswegs so ganz fruchtlos ist.

Erstens ist die Stelle, die diese Organe einnehmen, bemerkenswerth, denn sie hat eine klare und überaus deutliche Beziehung auf das Muskelsystem der Thiere, ja aus der Mitte des Muskelsystems springen sie hervor, daher sehen wir das Organ bey dem Zitterochen, gelagert zwischen den beyden starken Brustflossen, wo es in dem Centro, dem eigentlichen Heerd der Muskelthätigkeit des Thiers angebracht ist. Die Gattung Gymnotus unterscheidet sich bekanntlich von allen Fischen durch das entschiedene Uebergewicht des bloß muskulösen Schwanzes. Bey keiner andern Gattung nehmen die Eingeweide einen so unbedeutend kleinen Platz ein, so daß der After vor den Brustflossen und in keiner großen Entfernung von dem Kopfe liegt. Der Schwanz, der eben bey dem Zitteraal so außerordentlich mächtig ist, enthält nur Muskeln, die Urinblase und das elektrische Organ. Der vorzüglichste Sitz der Muskelbildung bey den Fischen, die zu der Klasse der Abdominalen gehören, ist offenbar von dem Rücken nach den Seiten zu, wo eben das elektrische Organ angebracht ist. Die Organe bey Trichiurus und Tetrodon sind uns unbekannt, aber ich zweifle keineswegs, daß die Stelle, die sie einnehmen, unsere Ansicht bestätigen wird. Denn — zweytens ist die Struktur derselben, bey den bekannten und untersuchten Fischen eben so bedeutend. Nicht der Zitterrochen allein besitzt jene merkwürdige hohle Röhren, auch die

verwandten Arten haben ein analoges Organ, und zwar an derselben charakteristischen Stelle, nur liegen, wie Geoffroi bemerkt hat, diese Röhren in die Länge nach dem Kopfe zu, auf den Muskeln. Erst nachdem eine mehr energische Bildung das Organ nach der innern Mitte der Muskelbündel hineingezogen hat, vermag das Thier jene elektrische Erschütterungen zu erregen. — Hier haben sich kraftvolle Muskelbündel zusammengeballt, und in ihrer Mitte scheint sich, in starrem Gegensatz zu trennen, was in den eigentlichen Muskeln sich lebendig durchdringt. Die aufrecht stehenden Röhren stellen die Richtung ähnlicher Muskelbündel dar, und die Contraction in dieser würde die nämliche Richtung nehmen, wie die Hauptpolarität des elektrischen Organs, die, wie bewiesen, sich von oben nach unten richtet. Ja, wenn das Thier einen elektrischen Schlag geben will, zieht es in der That das Organ nach dieser Richtung zusammen. Zwar haben die spätern Beobachter dieses nicht erwähnt, aber die Art, wie es von einem so genauen und sorgfältigen Naturforscher, wie Reaumur, dessen Aufmerksamkeit außerdem nicht durch die verwickelten elektrischen Erscheinungen zerstreut ward, wahrgenommen wurde, läßt durchaus nicht an der Richtigkeit der Beobachtung zweifeln. Eine Muskel an der Stelle des Organs beym Zitterwels würde in seiner Struktur diesem ähnlich seyn, und bey dem Zitteraal ist diese Uebereinstimmung auffallend. Das elektrische Organ scheint in der That bey diesem Thier die Gestaltung der Schwanzmuskeln zu wiederhohlen. Jene nehmen, in vier Bündeln vertheilt, die obere, diese, eben so vertheilt, die untere Stelle ein, ja sie sehen vier großen Muskelbündeln ähnlich, deren Längefasern erstarrt und in einander geflossen, die lange Scheidewände bilden, während das zarte Zellgewebe, welches auch die Muskeln quer durchzieht, durch eine ähnliche Metamorphose hier, wie bey den Organen der beyden erwähnten Fische, die senkrechte Wände bilden. Die Richtung der Polarität des Organs ist, wie die der Muskelcontraktion von vorne nach hinten. Diese äußert sich nun bekanntlich durch eine Bie-

Digitized by Google

gung des Schwanzes. Humboldt aber hat bemerkt, daß das Thier die stärksten Schläge ohne irgend eine sichtbare äußere Bewegung zu ertheilen vermag. Aber ich bin völlig überzeugt, daß der Zitteraal, wenn er Erschütterungen erregen will, wie nach Reaumur's Beobachtungen der Zitterrochen, das Organ selbst contrahirt. Eine Contraction, die man freilich ohne äußere Bewegung des Schwanzes, wenn man genau beobachtet, durch ein Einsinken der Oberfläche vorne und hinten ohne allen Zweifel wahrnehmen wird. Ja, die Anstrengung, die diese Contraction dem Thiere kostet, ist unzweifelbar das Erschöpfende, was nach Todd, wenn es wiederholt wird, dem Thiere das Leben kostet. Die schnellen, schwachen Stöße des erschöpften Thiers sind ein wahrer Krampf, ein Uebergehen der willkührlichen Bewegung in eine unwillkührliche. Weil das Organ des Zitterrochen vorn, in der Nähe des Kopfes angebracht ist, weil die Nerven des Organs aus dem Gehirn entspringen, ist die anstrengende Contraction mit einer Bewegung der Augen verbunden, die man an dem Zitteraal nicht wahrnimmt.

Das Organ steht in keinem genauern Verhältniß zum Gehirn, als alle willkührlichen Muskeln. Ob eigentliche Gehirnnerven sich in dem Organe verzweigen sollen, hängt lediglich von der Stelle ab, die das Organ einnimmt. Bey dem Zitterrochen sind die Hauptnerven diejenigen, die aus dem dritten Ast des fünften Paares und aus dem achten Paar entspringen, weil das Organ in der Nähe des Kopfes liegt. Bey dem Zitterwels rühren fast alle Nerven von dem achten Paare her, weil es am Rücken liegt, und bey dem Zitteraal entspringen alle aus dem Rückgrad, weil das Organ im Schwanze angebracht ist.

Wenn wir nun diesen genauen, organischen Zusammenhang der elektrischen Organe mit den Muskeln erwägen, wenn wir bedenken, daß sie, so wie jene, lediglich Organe der willkührlichen, freilich mehr nach innen gehenden, gleichsam in sich sich verzehrenden Bewegung sind, wie verhalten sie sich denn, bei der auffallend abweichenden Bildung, die obenhin betrachtet, nichts mit den Muskeln gemein hat, zu diesen

und wie verhält sich die abweichende Funktion zu der abweichenden Bildung? Endlich, warum finden wir sie nur bei den Fischen und bey keinem andern Thiere?

Wir wollen durch eine kurze Betrachtung wenigstens einiges zur Beantwortung dieser Fragen beyzutragen uns bestreben. Wir berühren dabey Verhältnisse, die, wie wir wohl wissen, eine sehr ausführliche Entwickelung erfordern, wenn sie vollständig begründet werden sollen. Aber wir wagen Andeutungen, die, mögen sie auch neuen Fragen ähnlicher sehen, als einer eigentlichen Beantwortung, doch vielleicht nicht ganz ohne Nutzen seyn werden.

Alle Organe bilden sich in der Reihe der Thiere gleichmäßig aus, eine jede Thierstufe stellt gleichsam eine gemeinschaftliche Temperatur aller Bildungen dar. Das Muskelsystem, besonders das System der willkührlichen Muskeln, gelagert zwischen Haut und Knochen, hängt in seiner Bildung von diesen Extremen ab. Bey den höhern Thieren haben jene Ausscheidungen des Membranösen, in seinem Extreme fast Erstorbenen, nach Außen und des Fibrösen, eben so Erstarrten, nach Innen am entscheidendsten stattgefunden. Die Gallert, die durch das Kochen als Leim erscheint, der phosphorsaure Kalk sind es, die sich in die Sehnen, den Knorpel, den Knochen, und die erste wenigstens auch in die Haut hineinzuziehen scheinen; während der Faserstoff des Bluts, fast unverändert, in einer belebten Flüßigkeit, die, nach Berzelius fast ⅞ der Muskelmasse ausmacht, eingetaucht, auf das innigste mit dem Blut- und Nervensystem vereinigt, ganz vom Zellgewebe durchdrungen, zurückbleibt. Je weniger entschieden die Bildung von Haut und Knochen ist, desto mehr scheinen die Bestandtheile desselben noch in den Muskeln selbst zu herrschen, desto geringer ist ihre Verbindung mit dem Nerven- und Blutsystem. Bey den Mollusken schwimmen sie noch in dem gemeinsamen Gallert, weil weder Haupt- noch Knochenbildung da ist, und dabey die entschiedene, in sich gesonderte Mitte beyder nicht hervortreten kann. Bey den Fischen fängt jene Trennung

an, aber dennoch sind die Muskeln noch Gallert-haltiger, als bey den höhern Thieren, was wir bestimmt auszusprechen wagen, obgleich keine unmittelbare Erfahrungen dafür sprechen. Bekanntlich sind Thouvenets Untersuchungen die einzigen, die wir über die Bestandtheile der Muskeln der Fische besitzen, aber diese sind, bey den Fortschritten, die die thierische Chemie gemacht hat, als völlig unzulänglich anzusehen. Aber mit dieser anfangenden Bildung, ist auch eine anfangende innigere Hineinbildung in das Muskel- und Nervensystem verbunden. Die Nerven verbinden sich mit Muskeln, vertheilen sich in die Substanz derselben, aber kaum so innig, wie bey den höhern Thieren; die Blutgefäße verzweigen sich, aber der färbende Stoff tritt zurück. Bildet sich die Haut nicht aus dem Zellgewebe? Ist der Knochen nicht als eine erstarrte Faser zu betrachten? Bei den Fischen aber, wo jene Elemente entgegengesetzter Bildung noch nicht aus den Muskeln sich gesondert haben, obgleich ihre Trennung hier ausgesprochen ist, bilden sich jene räthselhaften Organe, deren Längefasern, wie durch eine Krystallisation, sich mehr erstarren, während das Zellgewebe, mehr gesondert, die Scheidewände bildet. Wie bey den Muskeln hat die Fähigkeit sich zu contrahiren noch ihren Sitz in den Längefasern. Nur bei diesen Thieren können diese Organe sich bilden. Bey den geringern verschwinden die Muskeln zu sehr in der gemeinschaftlichen Gallert, auch ist das energische Hineinbilden in einem entschiedenen Blut- und Nervensystem nicht stark genug ausgesprochen. Bey den höhern Thieren aber sind die Elemente zu bestimmt gesondert.

Es ist wohl die herrschende Ansicht bey allen Physiologen, daß die Irritabilität sich zur Electricität verhält, wie die Assimilation zum chemischen Prozeß. Deßwegen ist aber jene eben so wenig Elektricität, wie diese chemischer Prozeß. Sie sind in der Wurzel, in dem, worin sie keines von beyden sind, dasselbe — die verschiedenen Richtungen — die Irritabilität, nach den innern Tiefen des Lebens — die Elektricität nach den äußern Verhältnissen — bestimmt ihre Form; sie sind durch diese absolut geschieden, wie durch die ursprüngliche Einheit absolut vereinigt. — Wo

alle Elemente der Bildung, wie der Kraft, die nicht geschieden werden können, sich durchdringen, da ist wahrhaft thierische Funktion, Thätigkeit; wo diese weniger sich durchdringen, da ist zwar nach Innen Thätigkeit, weil Leben, aber nach Außen erstirbt sie in einer bloßen Kraft. Wo jene elektrische Organe sich bilden, da treten die organischen Elemente gleichsam auseinander. Ein innerer Widerspruch soll gelöst werden, dieses geschieht nur durch die That, aber diese ist nur innerlich; äußerlich erscheint sie als Kraft, in der Form der allgemeinen Naturthätigkeit. Daher soll der Bau der Organe —, der der voltaischen Säule ähnlich, — seine Bedeutung behalten, aber die Kraft entspringt nur aus der That, ist bedingt durch den Bau, aber nicht erzeugt durch ihn.

Ist hier nicht die Stätte, wo man den Muskelbau ächt physiologisch studiren kann? Entfaltet die Natur nicht hier offen, und wie einladend zur Betrachtung, was sie bey den höhern Thieren in den Tiefen des Lebens verbirgt? Erhält das Zellgewebe, welches man immer geneigt ist, nur fast eine passive Rolle spielen zu lassen, da es doch eben in den Muskeln einen so ausgezeichneten Theil ihrer Bildung ausmacht, nicht eine höhere lebendigere Bedeutung, wenn es verglichen wird mit jenen galvanischen Platten der elektrischen Organe, mit deren Anzahl die Stärke der erschütternden Schläge unzweifelbar in geradem Verhältnisse steht? Ja ist nicht der Krampf, der die Muskeln bis zur höchsten Verhärtung zusammenzieht, gleichsam eine Annäherung zu jener Bildung? Vermögen Schläge, durch die im höchsten Grade krampfhaft zusammengezogenen Muskeln ertheilt, nicht unter gewissen Umständen Erschütterungen hervorzubringen, den elektrischen ähnlich? Kann nicht der innerliche Schauder, der bey solchen Schlägen stattfindet, ihre eigentliche Beschaffenheit verbergen? Schade, daß Cotugni's im Anfange dieses Aufsatzes angeführte Erfahrung so isolirt steht.

Digitized by Google

A-1

RETURN TO ⟶ **BIOLOGY LIBRARY**
3503 Life Sciences Bldg. 642-2531

LOAN PERIOD 1	2	3
QUARTER		
4	5	6

ALL BOOKS MAY BE RECALLED AFTER 7 DAYS
Renewed books are subject to immediate recall

DUE AS STAMPED BELOW

DUE		
JUN 22 1981		
RETURNED TO		
JUN 04 1981		
BIOLOGY LIBRARY		

UNIVERSITY OF CALIFORNIA, BERKELEY
FORM NO. DD4, 12m, 12/80 BERKELEY, CA 94720

Digitized by Google

Digitized by Google